2. *Schreiben an Herrn Commodore B. v. Wüllerstorf-Urbair.*

Von **M. F. Maury**,

Lieutenant U. S. N. in Washington.

Observatorium Washington 24. Juni 1858.

Mein theurer Commodore!

So eben erhalte ich Ihren Brief vom letzten Februar von den „zwei Nikobaren". Briefe dermassen erfüllt mit naturwissenschaftlichen Thatsachen und Erscheinungen und Betrachtungen sind sehr erfrischend. Mein genialer junger Freund Brooke, vom Tief-See-Apparat, ist gestern nach Californien abgesegelt. Er übernimmt das Commando eines kleinen Schiffes, des „Fennimore Cooper", zu dem Zwecke um in allen Arten von Versuchen und Beobachtungen in Bezug auf die Physik des Meeres *(physics of the sea)* zu schwelgen. Ihm werde ich Ihre schöne Formel zur Bestimmung der Geschwindigkeit und der Coordinaten den Meereswellen senden. Ich zweifle nicht daran, er wird Ihre vortrefflichen Ideen gut benützen.

Durch eines jener sonderbaren Zusammentreffen, welche so oft im Reiche des Gedankens stattfinden, geschah es, dass gerade in dem Augenblicke als ich Ihren Brief erhielt, ich selbst beinahe dasselbe Problem erörterte, welches Ihr Brief so anziehend behandelt.

Ich sende Ihnen die Zeichnung, welche ich damals entworfen hatte, und mit Buchstaben nachweise, mit einem kurzen Auszug aus einer „Abschrift", vorbereitet für die achte Auflage der *„Sailing Directions,"* so weit er sich auf den Gegenstand bezieht.

„Lieutenant van Gogh hat unter den vielen werthvollen Beiträgen der Holländer zur Kenntniss unserer Wasserstrassen die Ergebnisse von nicht weniger als 2472 Barometerbeobachtungen bekannt gemacht, welche an der dem Pole zugekehrten Seite vom

42. Grad S. längs der Wasserstrasse nach Australien angestellt worden sind [1]).

Werden die Beobachtungen entsprechend den Winden geordnet, so erhält man folgende mittlere Barometerstände:

Beobachtungen	Wind	Barometer	Beobachtungen	Wind	Barometer
89	S	29·75	151	N.	29·73
113	SSW.	29·78	130	NNO.	29·77
250	SW.	29·67	93	NO.	29·80
328	WSW.	29·65	46	ONO.	29·82
277	W.	29·56	34	O.	29 78
313	WNW.	29·56	36	OSO.	29·81
279	NW.	29·54	40	SO.	29·78
225	NNW.	29·63	58	SSO.	29·81

Mittlerer Stand 29·66 Zoll.

„Die holländische Tafel berechtigt zu dem Schlusse,“ sagt Lieutenant van Gogh, „dass was die Erfahrung uns in Betreff dieser barometrischer Wellenlinie lehrt, wirklich von der Theorie verlangt wird: dass wo die SSO. und SO. Winde von dem Südpol kommen, sie ein Steigen der Barometer verursachen, während NW. Winde gewöhnlich ein Fallen hervorbringen. Wäre zufällig der Wind WSW., so zeigt das Steigen des Barometers, dass in der höhern Luftschichte bereits ein mehr südlicher Wind vorhanden ist, und dass er sich einstellen wird, wenn das Steigen fortdauert. Fällt dagegen der Barometer, dann dreht sich der Wind gewöhnlich nach West nnd Nord.“

„Bei Veränderungen des Barometers sollte man auf die Windrichtung achten; steigt er, wenn der Wind aus einer niedrigeren Richtung bläst, so darf man einen Sturm erwarten“ [2]).

„Wenn in hohen südlichen Breiten“, sagt Janssen, „der Barometer unter 29·50 fällt, darf man starke NW. Brisen, stets von feinem Sprühregen begleitet *(Strong breezes with drizzling rain)*

[1]) Der mittlere Barometerstand auf der Hohe von Cap Horn scheint 0·43 Zoll niedriger zu sein, als nach diesen Beobachtungen im indischen Ocean, südlich vom 42. Grad S.

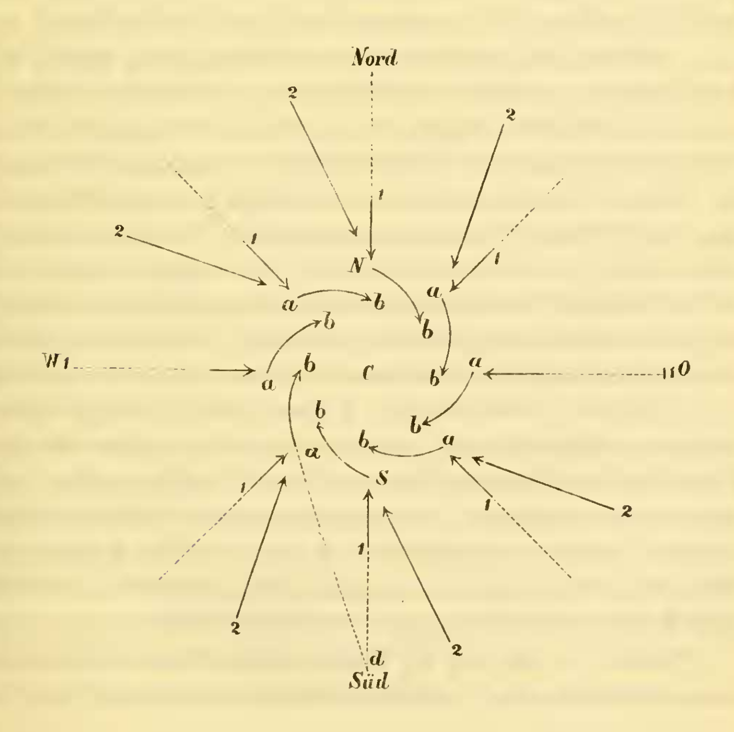
[2]) Pag. 67. — Uitkomsten van Wetenschap en Ervaring Aangaaende Winden en Zeestroomingen in sommige Gedeelten van den Oceaan. Uitgegeven door het koninklijk Nederlandsch Meteorologisch Instituut. Utrecht 1857.

erwarten; in dem Augenblicke aber, wo das Quecksilber zu fallen aufhört und zu steigen beginnt, klärt sich auch der Himmel auf, und der Wind wechselt mit einer furchtbaren Böe *(tremendous squall)* nach SW. um, der Wind verstärkt sich und der Barometer steigt, bis das Quecksilber wieder über 29·50″ steht."

„Wenn das Fallen beim Südwind allmählich stattfindet, darf man SO. erwarten. Ich habe den Barometer auf 28·88 gesehen, wenn sich der Wind von SW. nach SSO. wandte, und aus einem frischen Wind *(gale)* in eine mässige Brise *(breeze)* überging."

„Wird der Wind stärker, so dreht er sich dabei stets um zwei bis vier Punkte, von NW. nach Nord, von SW. nach Süd."

„Nach Dove's Gesetz der Rotation, welches auf der nördlichen Hemisphäre als giltig angenommen wird, und von dem man voraussetzt, dass es auch in der südlichen maassgebend sei, sollte der Wind aus der Lage NW. bei eintretender Veränderung über W. nach SW. u. s. w. gegen die Sonne wechseln." Dieses Gesetz lässt sich auf folgende Weise erläutern:



Man stelle sich Fig. 1 ein Schiff in der südlichen Hemisphäre vor bei *S*, mit niedrigem Barometerstande gegen Norden bei *C*, wo die Luft eben so schnell aufsteigt als sie von allen Seiten hereindringt. Das Schiff sei gerade an der Grenze, aber noch ausserhalb des Wirbels oder der Stelle, wo der Wind sich im Kreise dreht. Der erste Andrang des Windes wird bei *S* gerade in der Richtung des Mittelpunktes *C* stattfinden, ein Schiff in dieser Lage würde daher den Sturm als mit Südwind beginnend bezeichnen.

Nehmen wir für den Zweck näherer Beleuchtung an, dass der Ort des niedrigen Barometerstandes stationär sei und dass die Luft, so wie sie hineindrängt, auch auf der Scheibe *C* aufsteigt. So wird die Fläche der hineinströmenden Luft sich nach und nach erweitern, wie ein Kreis auf dem Wasser, bis sie durch einen Radius *C S d* von unbestimmter Länge umschrieben ist. Auf dem Meridian *d C N*, aber südlich von *S*, wird die Luft nicht in der Richtung dieses Meridians blasen und über das Schiff streichen; in Folge der täglichen Umdrehung der Erde wird sie die Richtung *d a* nehmen, mit westlicher Neigung, und der Pfeil, der einen SSO. Wind darstellt, wird nun die Richtung des Windes bei *S* ausdrücken. So wird das Schiff berichten, dass der Wind im Süden begann und allmählich gegen SSO. sich drehte, d. h. gegen die Richtung der Zeiger an der Uhr, und die Pfeile 1 *a* werden die Richtung des Windes an jeder der Stellen *a a a* bedeuten, als der Wind begann, und die Pfeile 2 *a* die spätere Richtung, woraus ersichtlich wird wie sie g e g e n die Zeiger an der Uhr wechseln. Und dieses ist die Richtung, in welcher die Kraft der täglichen Umdrehung, wenn sie nicht durch Gegenkräfte überwältiget wird, den Wind in der südlichen Hemisphäre zu blasen bestimmt, wenn er nicht in Spiralen und einen Wirbel bläst. Und so paradox auf den ersten Anblick es erscheinen mag, so ist es eben diese tägliche Rotation welche dem nämlichen Winde, wenn er in Spiralen bläst, den ersten Impuls ertheilt in der entgegengesetzten Richtung fortzuschreiten, oder in d e r s e l b e n R i c h t u n g wie d i e Z e i g e r d e r U h r; aber dies ist nur wie es sein sollte; er d r e h t s i c h nach einer Richtung und s c h r e i t e t v o r nach der andern.

Nehmen wir an, dass der Wind, nachdem *S* und die Stationen *a a* zurückgelegt sind, hinlänglich Kraft besitzt um einen Wirbel zu

erzeugen. Der bei *S a a* in derselben Richtung fort bestehende Wind wird in seinem Wege durch die gekrümmten Pfeile bezeichnet.

Ostwinde und Westwinde erhalten keine directen Impulse von der täglichen Rotation, aber Winde an jeder Seite derselben erhalten solche und werden mit der Umgebung herumgeführt. Nehmen wir nun an, dass *C* in Bewegung gesetzt werde, so haben wir auch die Zusammensetzung und Auflösung von andern Kräften zu betrachten, wie den Zug, die Abweichung und dergleichen, bevor wir den Wirbelwind aufzulösen im Stande sind.

Aber die Cyclonologen setzen ihre Stürme nicht in so hohe Breiten wie die Parallelen von Cap Horn. Man sollte daher mit ziemlicher Sicherheit folgern, dass in hohen südlichen Breiten ein Nordwind die Tendenz hat eine westliche Neigung anzunehmen, und ein Südwind eine östliche. Und die Ursache dieses Einflusses ist wirksam, der Raum des niedrigen Barometerstandes sei ein Kreis oder von länglicher Figur, denn er befolgt die Gesetze der Monsune, wie sie Hadley erklärte, und es wird dies der Fall sein, sei die Ursache ein Einströmen auf den Ort des niedrigen oder ein Ausströmen von dem Orte des hohen Barometerstandes, oder wie dies gewöhnlich der Fall ist, durch beide Wechsel der Windströme zugleich.

Wäre die Entfernung der Orte von niedrigem und von hohem Barometerstande stets gleich, dann würde der Unterschied des barometrischen Druckes stets einen Wind von gleicher Kraft oder Geschwindigkeit zur Folge haben.

Vermittelst einer Erweiterung von Bernoulli's Formel für die Geschwindigkeit von Gasströmen bei gegebenem Drucke, hat Sir John F. W. Herschel die Geschwindigkeit und Kraft berechnet[1]), mit welcher Luft- oder Windströmungen unter gewissen Differenzen barometrischen Druckes abfliessen würden. Unter den vortheilhaftesten Verhältnissen, d. h. wenn der Ort des hohen Barometerstandes an den Ort des niedrigen Barometerstandes unmittelbar anstösst, würde ein wirksamer Unterschied von 0·006 Zoll barometrischen Druckes zwischen zwei benachbarten Orten eine Windesströmung hervorbringen, deren Geschwindigkeit 7 englische Meilen in der Stunde beträgt. Ein solcher Wind übt einen horizontalen Druck von 0·2 Pfd. auf den Quadratfuss aus, nach folgender Tabelle:

---

[1]) Siehe den Artikel: *Meteorology* in der *Encyclopaedia Britannica* 1857.

Barometrischer Druck	Geschwindigkeit des Windes	Horizontaler Druck	Benennung des Windes
0·006	7 Meil. in d. Stunde	0·2 Pfd. auf d. □Fuss	Leises Lüftchen *(Gentle air)*
0·010	14 „ „ „ „	0·9 „ „ „ „	Leichte Brise *(Light Breeze)*
0·016	21 „ „ „ „	1·9 „ „ „ „	Guter Segelwind *(Good Sailing Wind)*
0·060	41 „ „ „ „	7·5 „ „ „ „	Sturmwind *(A gale)*
0·140	61 „ „ „ „	16·7 „ „ „ „	Grosser Sturm *(Great Storm)*
0·250	82 „ „ „ „	30·7 „ „ „ „	Windsbraut *(Tempest)*
0·410	92 „ „ „ „	37·9 „ „ „ „	Zerstörend. Orkan *(Devastating Hurricane)*

Indessen beobachtet man zur See fünf- bis sechsmal und noch mehrfach grössere Unterschiede im Barometerstande, ohne dass sie Winde hervorbrächten, welche die letzterwähnten an Geschwindigkeit übertreffen.

Der Grund davon liegt darin, dass zur See die Orte des hohen und niedrigen Barometerstandes weit von einander entfernt liegen, und auch weil die Unebenheiten der Erdoberfläche den Winden mancherlei Hindernisse entgegensetzen.

Aber bei dieser Ansicht des Gegenstandes leuchtet die Wichtigkeit eines Systems täglicher telegraphischer Witterungs-Berichte auf dem Lande und über das Meer, sobald der subatlantische Kabel gelegt sein wird, hoch auf, und nimmt alle Verhältnisse einer der grossen praktischen Fragen des gegenwärtigen Zeitalters an.

Es lässt sich als das wahrscheinliche Ergebniss der Beobachtung in vorhinein erwarten, dass je grösser die Entfernung zwischen den Orten des hohen und niedrigen Barometerstandes ist, um desto geringer wird die Geschwindigkeit des Windes bei einem gegebenen Unterschiede im Barometerstande sein. „Professor Buijs Ballot hat im praktischen Wege das Zahlenverhältniss der Stärke des Windes bei gegebenen barometrischen Unterschieden für gewisse Punkte in Holland ermittelt. In der Absicht ähnliche Verhältnisse für unsere Seegegenden aufzufinden, ist der Vorschlag gemacht worden, eine Reihe von meteorologischen Stationen innerhalb der grossen

Kette der amerikanischen Seen zu errichten, deren jede täglich telegraphische Berichte an das Observatorium in Washington einsenden sollte über Barometerstand, Stärke des Windes u. s. w. Wäre dieser Plan überhaupt für das ganze Land gehörig organisirt, so dürften wir erwarten nicht nur den Schiffen auf den grossen Seen, sondern auch in den Meereshäfen zeitlich über manchen bevorstehenden Sturm Nachricht geben zu können."

„Die Einflüsse, welche Sturmwinde in warmen Breiten hervorbringen, werden in den kalten etwas verändert. In höheren Breiten verlieren die Sonnenhitze, die rasche Verdampfung und schnelle Verdichtung der intertropischen Klimate bis zu einer gewissen Ausdehnung ihre Wirksamkeit. Dagegen werden diese Verschiedenheiten in gewisser Beziehung, wie dies Sir John Herschel bemerkt, durch die Kraft der täglichen Rotation aufgewogen. Je näher den Polen, um desto grösser wird für einen gegebenen Breitenunterschied der Unterschied der täglichen Rotation, und der Unterschied der täglichen Rotation macht sich sowohl in der Stärke als in der Richtung der Winde bemerklich."

So sehen Sie, dass während Ihr Brief mir ruhig seinen Inhalt brachte, ich selbst, ohne etwas davon zu wissen, eine Zeichnung entwarf und sie zu beweisen mich bestrebte.

Ich weiss wohl, dass Ihre Voraussetzung für einen Ort hohen Barometerstandes an den Polen von grossen Autoritäten gestützt wird. Aber ich kann dies aus keiner Theorie ableiten, auch wird es nicht durch Beobachtung gestützt. — Doch bescheide ich mich dies nur als meine Ansicht auszusprechen.

Ihre Windkarten werden sehr interessant sein, ich danke, mein theurer Herr, für die, welche Sie mir übersenden.

Ich schreibe in Eile, damit mein Brief Sie noch in Sydney trifft.

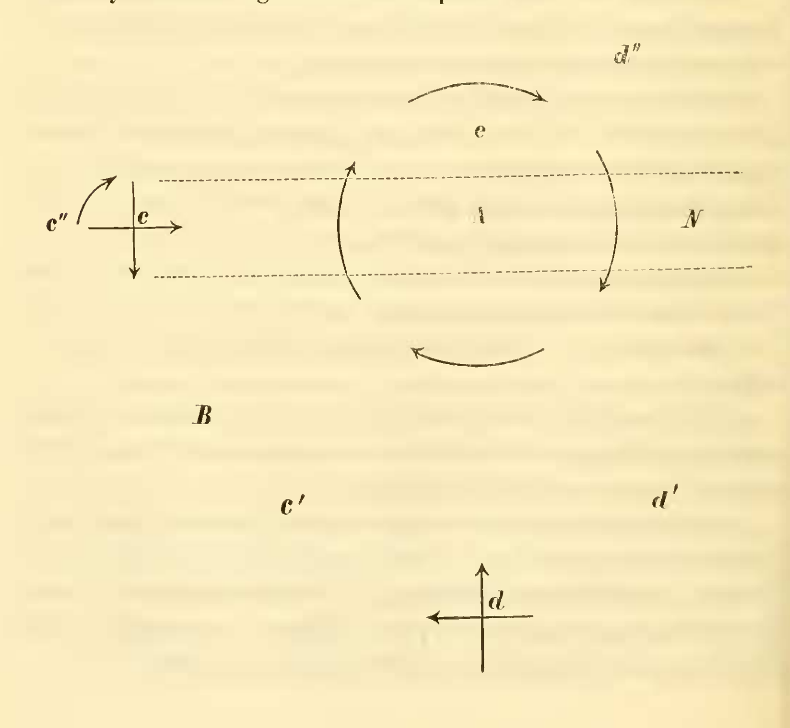
Mit Ihrer Erlaubniss werde ich aus Ihren Briefen Auszüge machen, als Belege und Stütze für meine eigenen Ansichten in Bezug auf die Winde der südlichen Hemisphäre.

Ich finde einige Schwierigkeiten in der Cyclonen-Theorie, die ich nicht überwältigen kann. Ich wäre sehr glücklich, könnten Sie, mit Ihrer vortrefflichen Befähigung für Beobachtungen und Verallgemeinerungen, Ihre Aufmerksamkeit diesem Gegenstande zuwenden und mir beistehen. Meine Schwierigkeiten sind folgende:

Ich kann nicht begreifen, wie es möglich ist, eine Cyclone zu haben mit einer sich drehenden und fortschreitenden Scheibe von einem Durchmesser von 1000 oder 500, oder auch nur 100 Meilen, wie es die Darsteller dieser Theorie verlangen. Ist es möglich, nehmen Sie an, dass eine Scheibe einer so dünnen Flüssigkeit, wie die Luft, mit einem Durchmesser von 1000 Meilen bei einer verhältnissmässig weniger als oblatenartigen Dicke könne über die Erdoberfläche fortschreiten und sich um ihren Mittelpunkt drehen?

Aus den von verschiedenen Schiffen mir vorliegenden Beobachtungs-Journalen *(Log books)*, von welchen man annehmen könnte, dass sie in verschiedenen Theilen derselben Cyclone sich befanden, habe ich zu verschiedenen Malen den Versuch gemacht, den Weg derselben zu projiciren. Aber nie gelang es mir einen solchen Sturm herauszubringen, wie ihn die Theorie verlangt. Von einem oder zwei Schiffen mag es gelingen, niemals aus den Beobachtungen von sechs oder sieben derselben.

Ich unterscheide zwischen dem sich Drehen des Windes in Folge der täglichen Rotation der Erde und der Rotation des Windes in der Cyclone in Folge seiner Centripetalkraft.



Meine Bedenken lassen sich durch nachfolgende Skizze etwas näher erläutern. Es finde ein niedriger Barometerstand mit Dreh-Sturm bei A Statt in der südlichen Hemisphäre. Er bewege sich in der Richtung von A nach B, ein Beobachter befinde sich bei c, d und e; von denen c und d jeder mehrere hundert Meilen von A entfernt ist. Wird nun die Luft bei c und d nicht nach Nord und Ost eben so in gerader Richtung blasen, in der Richtung der Gegend mit dem niedrigen Barometerstande, wenn diese Gegend anstatt der Gestalt einer Scheibe die einer länglichen Figur nach Norden besässe? Die Passatwinde bejahen diese Frage, aber die Cyclonologen, anstatt zuzugeben, dass in den Entfernungen c und d der Wind in der Richtung nach Nord und Ost blase, blos weil niedriger Barometerstand östlich von c und nördlich von d stattfindet, verlangen, dass es so blase, weil niedriger Barometerstand östlich von d und südlich von c vorhanden sei, so dass um den Ort zu erreichen, wohin er bestimmt ist, der Wind in einer Richtung senkrecht gegen die Richtung nach dem Orte der Bestimmung hinblasen muss. Ein Trieb von einer Geschwindigkeit, die alle Vorstellung übersteigt, wäre erforderlich, um Luftströmungen so aus ihrer Richtung zu bringen, und das zwar während sie noch mehrere hundert Meilen vom Mittelpunkte des Wirbels entfernt sind. Die in drehender Bewegung befindliche Scheibe kann, meinem Dafürhalten nach, niemals einen Durchmesser von mehr als nur wenigen Meilen haben. Auf dem Lande finden wir, dass die Breite niemals einige wenige Ruthen übersteigt, in den meisten Fällen nicht so viele Klafter, als die Verfechter jener Meinung für sie auf dem Meere Meilen voraussetzen.

Nehmen wir an, ein Fall wie der obige finde in Wirklichkeit Statt. Mit einer blos auf d beschränkten Beobachtung würde der Cyclonologe sagen, der Sturmwind schreite in der Richtung von d' gegen d'' fort. Aber mit der Beobachtung *(Log.)* von c' im Auge, würde die Richtung des Fortschrittes von c' gegen c'' zu sein scheinen. Nach der Regel würde das Schiff d gegen die wirkliche Richtung des Fortschreitens des Sturmes und das Schiff c von derselben hinweg geführt.

So bemerken Sie wohl, dass bei den verschiedenen Theilen eines Sturmes dreierlei Kräfte es sind, welche einen Windwechsel hervorbringen. Eine derselben ist die tägliche Rotation, und diese

allein kann niemals eine grössere Veränderung der Windrichtung hervorbringen als 90 Grad. Eine andere ist die wechselnde Stellung oder fortschreitende Bewegung des Ortes des niedrigsten Barometerstandes. Die Veränderung, welche diese hervorbringt, kann — wenn nicht etwa eine Windstille dazwischen liegt — nie mehr als 180° Wechsel hervorbringen. Die dritte ist die Wirbelbewegung, hervorgebracht durch den Anfall des Windes von allen Seiten gegen einen gemeinschaftlichen Mittelpunkt — der Wirbel in einer Flüssigkeit.

Nehmen wir nun an, Ihre Orte des niedrigsten Barometerstandes längs des Calmen-Gürtels des Wendekreises des Steinbocks wären eine Mulde, ein Tiefpunkt der barometrischen Wellen. Dann könnten das Umschlagen und die Veränderung des Windes von den Kräften 1 und 2 herrühren, je nach der Richtung, in welcher die Welle fortschreitet. Wollen Sie den Gegenstand nicht unter dieser Ansicht betrachten?

Es ist nun die Frage, können wir eine Reihe von Regeln oder Kennzeichen aufstellen, ob, wenn der Wind für ein gewisses Schiff auf dem Meere wechselt, der Seemann mit Sicherheit erkennen kann, ob diese Veränderung in Folge der Ursache 1 oder der Ursache 2 oder 3, oder durch irgend eine Combination derselben eintritt? Und wenn bisher noch keine solchen Regeln aufgestellt sind, müssen wir darum die Cyclonen - Theorie verwerfen? Keineswegs. Denn wenn ein Schiff innerhalb der Wirbel einer Cyclone sich befindet, so sind die Regeln gut, nur wenn der Wind in gerader Richtung gegen den Ort des niedrigsten Barometerstandes zu bläst, so sind die Regeln von der Art, dass sie das Schiff eben so leicht in den Wirbel hinein als von demselben hinweg zu führen geschickt sind.

Ich sende Ihnen einige Blanquete für die täglichen Wechsel des Barometerstandes auf dem Meere, nebst den Erläuterungen. Sie dürften Ihnen vielleicht bei dem Fortgange Ihrer Beobachtungen einige Hilfe gewähren. Diese Blanquete sind ausschliesslich in der Hoffnung entworfen worden, dass wir durch die Anwendung derselben einiges Licht über Gegenstände erhalten möchten, welche dem hier in Betrachtung stehenden nahe verwandt sind.

Empfehlen Sie mich gütigst an Dr. Scherzer, und danken ihm in meinem Namen für die Mühewaltung in Beziehung auf das Packet für Herrn Lenoir. Ich hoffe das Vergnügen zu haben von Sydney aus von Ihnen beiden zu hören.
